

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000031445  
 PUBLICATION DATE : 28-01-00

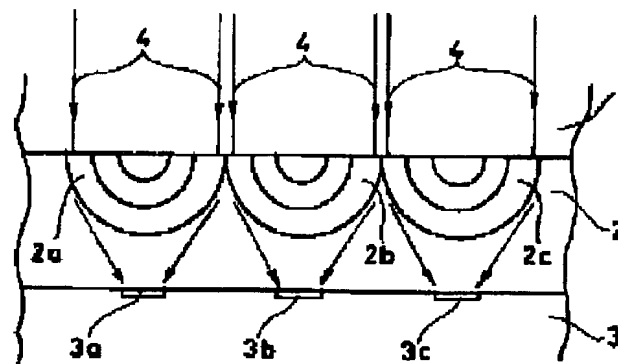
APPLICATION DATE : 08-07-98  
 APPLICATION NUMBER : 10207101

APPLICANT : OLYMPUS OPTICAL CO LTD;

INVENTOR : GOTO ATSUO;

INT.CL. : H01L 27/14 H04N 5/335

TITLE : SOLID-STATE IMAGE-PICKUP  
 MODULE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To enable to obtain an enough light-condensing effect, when a lens, light-condensing optical device array and a solid-state image pick-up device are integrated.

SOLUTION: A gradient index microlens array is used as a light-condensing optical device array. The gradient index microlens array 2 comprise of gradient index lenses 2a, 2b, 2c, etc., which are respectively formed in positions corresponding to picture elements 3a, 3b, 3c, etc., of a solid-state image-pickup device 3. In other words, each of the gradient index lenses 2a, 2b, 2c, etc., of the light- condensing optical device array 2 is positioned on the central axis (a straight line passing through the center of each pixel and perpendicular to the light receiving surface) of each of the pixels of the solid-state image-pickup device 3. With such a construction, light 4 from an image-pickup lens 1 is condensed in the pixels 3a, 3b, 3c, etc., of the solid-state image-pickup device 3 by the gradient index lenses 2a, 2b, 2c, etc., of the light-condensing optical device array 2.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-31445

(P2000-31445A)

(43) 公開日 平成12年1月28日 (2000.1.28)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 1 L 27/14		H 0 1 L 27/14	D 4 M 1 1 8
H 0 4 N 5/335		H 0 4 N 5/335	U 5 C 0 2 4

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-207101

(22) 出願日 平成10年7月8日 (1998.7.8)

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 植田 博文

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

(72) 発明者 後藤 敦夫

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

(74) 代理人 100075867

弁理士 向 寛二

Fターム(参考) 4M118 AB01 BA10 FA06 GD04 GD07

GD08 GD10

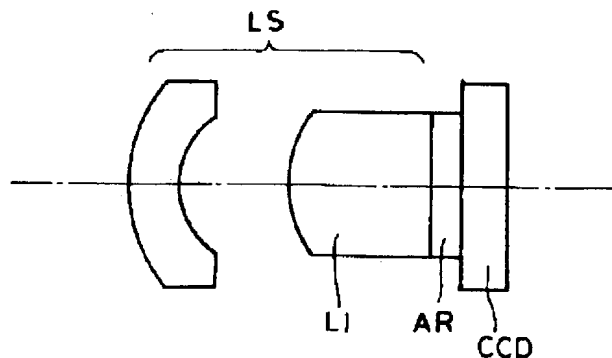
5C024 AA01 CA33 EA04 FA01

(54) 【発明の名称】 固体撮像モジュール

(57) 【要約】

【課題】 結像レンズと集光光学素子アレイと固体撮像素子とを一体化させた時に十分な集光効果が得られるようにする。

【解決手段】 結像光学系の最も像側のレンズの固体撮像素子側の面を平面とし、この最も像側のレンズの像側の面にてレンズと集光用光学素子アレイを密着させ、かつ集光用光学素子アレイと固体撮像素子とを密着させて一体化した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 撮像光学系と、集光用光学素子アレイと、固体撮像素子とよりなり、前記撮像光学系の最も像側のレンズの固体撮像素子側の面が平面であり、前記撮像光学系の最も像側のレンズと集光用光学素子アレイと固体撮像素子の撮像面とを密着させて一体化したことを特徴とする固体撮像モジュール。

【請求項2】 前記撮像光学系が単レンズであることを特徴とする請求項1の固体撮像モジュール。

【請求項3】 請求項1又は2の固体撮像モジュールを使用した撮像装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ビデオカメラ等に用いる固体撮像モジュールに関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、電子的な撮像を行なうためのカメラが普及しており、特に車載用や情報端末用等の簡単に撮像できる小型で低コストな固体撮像モジュールの要望が高い。

【0003】固体撮像素子等とレンズアレイを一体化させた構成にした従来例として、特開平4-322466号公報に開示されている固体撮像装置が知られている。しかしこの従来例は撮像レンズ等のレンズ系との組み合わせについては全く開示されていない。

【0004】又、撮像レンズと固体撮像素子とを一体化させた撮像装置は、特開平9-49966号公報に記載されている。しかしこの従来例のマイクロレンズについての記載は全くない。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】結像レンズを固体撮像素子の像側面に直接貼り付けて一体化した固体撮像素子モジュールは、集光用のマイクロレンズアレイをそのまま一体化すると、マイクロレンズの屈折率と接着に使用される接着剤の屈折率との差が小になるために集光効果が低下するという欠点があった。

【0006】本発明は、結像レンズとマイクロレンズアレイと固体撮像素子とを一体化させた固体撮像モジュールで、十分な集光効果が得られる固体撮像モジュールを提供するものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の固体撮像モジュールは、撮像光学系と、集光用光学素子アレイと、固体撮像素子とよりなり、撮像光学系の最も像側のレンズの固体撮像素子側のレンズの固体撮像素子側の面が平面であり、撮像光学系の最も像側（固体撮像素子側）のレンズの像側の集光用光学素子アレイとがレンズの像側の面にて密着され、かつ集光用光学素子アレイと固体撮像素子が密着され一体化されたことを特徴としている。

【0008】本発明の固体撮像モジュールは、図1に示

す基本構成を有するもので、結像レンズ系（撮像レンズ系）LSと集光用光学素子アレイARと固体撮像素子CCDとよりなり、結像レンズ系LSの最も像側（撮像素子側）のレンズL1の像側の面を平面とし、これと集光用光学素子アレイARと撮像素子CCDとを一体化したことを特徴とする。

【0009】この基本構成において、集光用光学素子アレイとしては、均質マイクロレンズを透明樹脂中に埋め込んだ均質マイクロレンズアレイや、多数の屈折率分布レンズを配置した屈折率分布マイクロレンズアレイや、多数の凸面又は凹面を有する二つのレンズ部を凸面又は凹面を有する面にて互いに接合させた層内レンズアレイや、反射面を有する錐体を多数有する錐体反射アレイ等が用いられる。

【0010】又集光用光学素子アレイARとしては、前記各種のアレイのうちの同種又は異種のアレイを複数組み合わせた構成のものでもよい。

【0011】又、結像レンズ系としては、最も像側の面が平面であればよいので、均質単レンズ、屈折率分布レンズ、回折型レンズ等の各種のレンズの使用が可能である。又、本発明は、前記固体撮像モジュールを使用した撮像装置である。

【0012】

【発明の実施の形態】次に本発明の固体撮像モジュールの実施の形態を図をもとに説明する。

【0013】図2は本発明の固体撮像モジュールの第1の実施の形態を示す図である。この第1の実施の形態は、集光用光学素子アレイとして、そのマイクロレンズを屈折率分布レンズ（GRINレンズ）にて構成したものをもちいた点を特徴とする。

【0014】図2において、1は像側の面1aが平面である撮像光学系の最も像側の撮像レンズ（像側の面近傍のみ図示してある）、2は集光用光学素子アレイ、3は固体撮像素子で撮像面近傍のみ示されている。

【0015】この第1の実施の形態は、集光用光学素子アレイとして屈折率分布レンズを用いたもので、屈折率分布マイクロレンズアレイを用いたものである。この屈折率分布マイクロレンズアレイ2は、各屈折率分布レンズ2a、2b、2c、・・・が夫々固体撮像素子3の各画素3a、3b、3c、・・・に対応する位置に形成されている。つまり、固体撮像素子3の各画素の中心軸線（各画素の中心を通り受光面に垂直な直線）上に集光用光学素子アレイ2の各屈折率分布レンズ2a、2b、2c、・・・が位置するように構成されている。

【0016】このように構成された第1の実施の形態においては、撮像レンズ1よりの光4は集光用光学素子アレイ2の各屈折率分布レンズ2a、2b、2c、・・・により夫々固体撮像素子3の各画素3a、3b、3c、・・・に夫々集光される。

【0017】図3は、第1の実施の形態の変形例で、撮

像レンズ1と集光用光学素子アレイ22と固体撮像素子3とより構成され、集光用光学素子アレイ22として図示するような屈折率分布レンズ22a、22b、22c、・・・を配置した屈折率分布マイクロレンズアレイを用いた他の例である。この変形例は、第1の実施の形態と、集光用光学素子アレイ22の屈折率分布レンズ22a、22b、22c、・・・が固体撮像素子3の側に形成されている点で相違する。

【0018】この変形例も、撮像レンズ1よりの光は集光用光学素子アレイ22の屈折率分布レンズ22a、22b、22c、・・・により夫々集光され、固体撮像素子3の各画素3a、3b、3c、・・・に夫々集光される。

【0019】図4は、本発明の固体撮像モジュールの第2の実施の形態を示す図で、撮像光学系の最も像側のレンズ1と集光用光学素子アレイ5と固体撮像素子3とを密着させて一体化したもので、集光用光学素子アレイ5が図示する通りの形状の高い屈折率 $n_6$ の第1のレンズ部6と低い屈折率 $n_7$ の第2のレンズ部7とを接合させた構成である。つまり第1のレンズ部6の屈折率 $n_6$ と第2のレンズ部7の屈折率 $n_7$ とが $n_6 > n_7$ の関係を満足するようにしている。

【0020】この第2の実施の形態の集光用光学素子アレイ5は、第1、第2の両レンズ部6、7の屈折率の差によりその境界面8による屈折作用によって層内レンズを構成した層内レンズアレイであって、この層内レンズアレイにより撮像レンズよりの光4は、この各層内レンズによる集光作用によって（第1のレンズ部6と第2のレンズ部7との境界面でのレンズ作用によって）、固体撮像素子3の各画素3a、3b、3c、・・・に夫々集光される構成になっている。つまり第1のレンズ部6と第2のレンズ部7の境界面が図示するような形状であって、この境界面の固体撮像素子の画素3a、3b、3c、・・・に対応する部分6a、6b、6c、・・・が各画素3a、3b、3c、・・・に向けて凸の曲面（球面）をなし、しかも第1のレンズ部6と第2のレンズ部7の屈折率 $n_6$ 、 $n_7$ が $n_6 > n_7$ であるため、前述のように光4が夫々画素3a、3b、3c、・・・上に集光することになる。この実施の形態も固体撮像素子3の各画素3a、3b、3c、・・・の中心軸線上に境界面8の各凸面部分6a、6b、6c、・・・の頂点が位置するような曲面形状になっている。

【0021】図5は、第2の実施の形態の変形例であって、集光用光学素子アレイ25が層内レンズを用いた層内レンズアレイであるが、第2のレンズ部27の屈折率 $n_{27}$ が第1のレンズ部26の屈折率 $n_{26}$ よりも大であり、又、両レンズ部の境界面の形状が撮像素子3の各画素3a、3b、3c、・・・に対向する部分26a、26b、26c、・・・が画素側に凹面になるように形成されている。これによって、撮像レンズ1よりの光4は

集光用光学素子アレイ（層内レンズアレイ）25に入射した後境界面の画素に対し凹の面（凹の球面）にて集光され、各画素3a、3b、3c、・・・上に集光されることになる。

【0022】つまり固体撮像素子3の各画素3a、3b、3c、・・・の中心軸上に境界面の凹面部分26a、26b、26c、・・・の頂点が位置するようになっている。

【0023】図6は、本発明の固体撮像モジュールの第3の実施の形態を示す図である。

【0024】この実施の形態の固体撮像素子モジュールは、撮像レンズ1と集光用光学素子アレイ10と、固体撮像素子3とにて構成したもので、この実施の形態においては集光用光学素子アレイ10が、多数のマイクロレンズ11a、11b、11c、・・・を樹脂12内に埋め込んだ埋込レンズにした均質マイクロレンズアレイである。ここで各マイクロレンズ11a、11b、11c、・・・の屈折率 $n_{11}$ は樹脂の屈折率 $n_{12}$ よりも大である。つまり $n_{11} > n_{12}$ である。

【0025】この第3の実施の形態も、集光用光学素子アレイ（均質マイクロレンズアレイ）10の各マイクロレンズ11a、11b、11c、・・・の頂点が、夫々固体撮像素子3の各画素3a、3b、3c、・・・の中心軸線上に位置するように構成されている。

【0026】これにより、撮像レンズ1よりの光4は、集光用光学素子アレイ10内に入射し、マイクロレンズ11a、11b、11c、・・・により夫々集光されて固体撮像素子3の各画素3a、3b、3c、・・・上に集光される。

【0027】図7は、本発明の固体撮像モジュールの第3の実施の形態の変形例で、集光用光学素子アレイ（均質マイクロレンズアレイ）30がマイクロレンズ31a、31b、31c、・・・をこのマイクロレンズよりも屈折率の低い樹脂32内に埋め込んだ構成のものである。この変形例は、集光用光学素子アレイ30の樹脂32内に押し込んだマイクロレンズ31a、31b、31c、・・・が撮像レンズ1の側に配置されている点で第3の実施の形態と相違する。

【0028】この変形例も、集光用光学素子アレイ（均質マイクロレンズアレイ）30の樹脂32内に押し込まれているマイクロレンズ31a、31b、31c、・・・は、夫々その頂点が、固体撮像素子3の各画素3a、3b、3c、・・・の中心軸線上に位置するように配置されている。

【0029】この変形例のモジュールも光線4が集光用光学素子アレイ（均質マイクロレンズアレイ）内に入射すると、各マイクロレンズ31a、31b、31c、・・・により集光され、夫々固体撮像素子3の各画素3a、3b、3c、・・・上に集光される。

【0030】図8は、本発明の固体撮像モジュールの第

4の実施の形態を示すもので、撮像レンズ1と集光用光学素子アレイ13と撮像素子3とにて構成されている。この第4の実施の形態は、集光用光学素子アレイ13が樹脂15内に円錐台状又は角錐台状の多数の光学素子（錐体）14a、14b、14c、・・・を押し込んだ構成で、各錐体14a、14b、14c、・・・の屈折率 $n_{14}$ を樹脂15の屈折率 $n_{15}$ よりも高くしてある。つまり $n_{14} > n_{15}$ になるように構成されている。

【0031】この第4の実施の形態においては、各錐体14a、14b、14c、・・・の中心軸線（錐体の底面の中心を通り底面に垂直な直線）が、固体撮像素子3の各画素3a、3b、3c、・・・の軸線と一致するように配置されている。

【0032】以上のような構成の第4の実施の形態によれば、撮像レンズ1よりの光は、集光用光学素子アレイ13へ入射し、円錐台状又は角錐台状の錐体14a、14b、14c、・・・の側面16a、16b、16c、・・・にて全反射されて撮像素子の各画素に夫々集光される。つまりこの集光用光学素子アレイは、光学素子14a、14b、14c、・・・の屈折率 $n_{14}$ が樹脂15の屈折率 $n_{15}$ よりも大であるために両者の境界面である側面16a、16b、16c、・・・にて全反射されて各画素に集光されるもので錐体反射アレイである。

【0033】図9は、第4の実施の形態の変形例で、集光用光学素子アレイ33が、固体撮像素子3の各画素3a、3b、3c、・・・に対応する位置に円錐形状又は角錐形状の穴（錐形の穴）を形成し、その側面に反射コート36a、36b、36c、・・・を施して反射面とした錐体反射アレイである。

【0034】この変形例では、撮像レンズ1よりの光4が集光用光学素子アレイ（錐体反射アレイ）33の円錐形状又は角錐形状の穴34a、34b、34c、・・・の側面反射面36a、36b、36c、・・・にて反射されて各画素3a、3b、3c、・・・に集光される。

【0035】この変形例において、各穴34a、34b、34c、・・・を透明材料にて埋めてもよい。

【0036】この第4の実施の形態の変形例において、集光用光学素子アレイ33の各錐体形状の穴34a、34b、34c、・・・あるいは透明材料よりなる各錐体は、その中心軸線が固体撮像素子3の各画素3a、3b、3c、・・・の中心軸線と一致するように形成されている。

【0037】以上述べた各実施の形態は、本発明の固体撮像モジュールの基本構成である図1に示す構成において、結像光学系（撮像光学系）LSの最も像側のレンズL1の像側の面に密着させる集光用光学素子アレイARを、各種の異なる構成にしたものである又本発明においては以上述べた各実施の形態において、結像光学系LSの構成についても異なる各種のものが考えられる。

【0038】図10乃至図15は、いずれも異なる構成

の結像光学系LSを用い、その最も物体側の面を平面にしてこの平面と集光用光学素子アレイARを密着させた本発明の固体撮像アレイの実施の形態の概要を示す図である。

【0039】図10は第5の実施の形態を示すもので、結像光学系LSとして像側の面が平面である単レンズLS1を用いた例である。つまりこの単レンズLS1よりなる結像光学系と、集光用光学素子アレイARと固体撮像素子CCDとを図示するように一体に構成したものである。

【0040】この図に示す第5の実施の形態のうち集光用光学素子アレイARは、前述の第1、第2、第3、第4の実施の形態に示すものおよびそれらの変形例のいずれを用いてもよい。又、結像光学系LS、集光用光学素子アレイAR、固体撮像素子CCDとの組み合わせについても、結像光学系LSのうちの最も像側部分つまり前記各実施の形態を示す各図のうちの撮像レンズ1と、集光用光学素子アレイ（例えば図2の集光用光学素子アレイ2）と、固体撮像素子3とを図示するように組み合わせればよい。

【0041】図11に示す第6の実施の形態は、撮像光学系として少なくとも像面側が平面の屈折率分布レンズLS2を用いたもので、この撮像光学系LSと集光用光学素子アレイARと固体撮像素子CCDとを密着させて一体にしたものである。この図11に示す第6の実施の形態も、集光用光学素子アレイARとして図2乃至図9に示す構成のいずれの構成のものを採用してもよい。

又、撮像光学系、集光用光学素子アレイ、固体撮像素子の組み合わせについては、夫々図2乃至図9に示すものと同様に組み合わせを行なえばよい。

【0042】図12は、第7の実施の形態を示す図で、撮像光学系として回折素子DOEを有する回折レンズLS3を用いたもので、同様に、撮像光学系LS3、集光用光学素子アレイAR、固体撮像素子CCDとを図示するように組み合わせたものである。

【0043】この実施の形態のモジュールも撮像光学系として回折レンズを用いた点以外は他と同様であって、回折レンズLS3の像側平面と集光用光学素子アレイARとが密着されている。

【0044】又、集光用光学素子アレイARとしては、図2乃至図9のうちのいずれも適用でき、その組み合わせ方法も図2乃至図9に示すものと実質上同じである。

【0045】図13は、第8の実施の形態を示す図で、撮像光学系として接合レンズLS4を用いた例で、接合レンズLS4と集光用光学素子アレイARと、固体撮像素子CCDとを図示するように密着組み合わせたものである。つまり接合レンズLS4の像側の面を平面としこの平面と集光用光学素子アレイARとを密着させた配置にしてある。

【0046】又、この実施の形態のモジュールも、集光



用光学素子アレイARとして図2乃至図9に示すもののいずれを用いてもよい。そしてそれら集光用光学素子アレイのいずれかと撮像光学系（接合レンズLS4）および固体撮像素子との組み合わせは、図2乃至図9に示す通りの組み合わせ方法によりモジュールを構成し得る。

【0047】図14に示す第9の実施の形態は、撮像光学系として、物体側の面が非球面で像側の面が平面である非球面単レンズLS5を用いたものである。

【0048】この実施の形態は、図示するように物体側より非球面単レンズLS5と集光用光学素子アレイARと固体撮像素子CCDとを図示するように組み合わせたものである。

【0049】この実施の形態においても、集光用光学素子アレイとして図2乃至図9に示す構成のものが用いられ、又、撮像光学系、集光用光学素子アレイ、固体撮像素子の組み合わせに関しても上記図面に示す通りである。

【0050】図15に示す第10の実施の形態は、撮像光学系として単レンズ（物体側面が凸面で像側面が平面の単レンズ）で、その球面（凸面）に回折作用を持たせたレンズにて構成したものである。この第10の実施の形態も、球面と回折レンズをと組み合わせたレンズLS6と集光用光学素子アレイARと固体撮像素子CCDとを図示するように組み合わせた構成である。

【0051】この実施の形態においても、集光用光学素子アレイの構成およびそれと撮像光学系、固体撮像素子の組み合わせについては、図2乃至図9に示すもののいずれかを採用すればよい。

【0052】図16乃至図19は、いずれも集光用光学素子アレイARとして同種又は異種のアレイを二つ組み合わせ使用した構成の実施の形態を示すものである。

【0053】図16に示す第11の実施の形態は、集光用光学素子アレイとして異なる種類の二つの集光用光学素子アレイを組み合わせて使用したものである。つまり図示するように結像レンズ1と二つの集光用光学素子アレイ10、5と固体撮像素子3とよりなる。この二つの集光用光学素子アレイのうち集光用光学素子アレイ10は、図6に示す構成の埋込レンズよりなるもので、均質マイクロレンズ11a、11b、11c、・・・を樹脂12内に押し込んだ構成である。又他の集光用光学素子アレイ5は図4に示す構成の層内レンズで、第1のレンズ部6と第2のレンズ部7とよりなる。そして集光用光学素子アレイ5の境界面のうち固体撮像素子3に向けて凸状球面6a、6b、6c、・・・が夫々画素3a、3b、3c、・・・に相対する位置にあり、又集光用光学素子アレイ10は、マイクロレンズ11a、11b、11c、・・・が夫々前記球面6a、6b、6c、・・・したがって画素3a、3b、3c、・・・に相対する位置にあるように構成されている。

【0054】つまり、マイクロレンズを埋め込んだ埋込

レンズアレイ（均質マイクロレンズアレイ）10は、各マイクロレンズ11a、11b、11c、・・・の頂点が固体撮像素子3の各画素3a、3b、3c、・・・の中心軸線上に位置するように、同様に層内レンズアレイ5の境界面の凸状球面部分6a、6b、6c、・・・も各画素3a、3b、3c、・・・の中心軸線上に位置するように構成されている。

【0055】この第11の実施の形態の固体撮像アレイは、物体からの光が結像レンズ1を通り集光用光学素子アレイ10に入射すると、各マイクロレンズ11a、11b、11c、・・・にて集光された後に集光用光学素子アレイ5に入射し両レンズ部6、7の境界面の6a、6b、6c、・・・の部分にて更に集光されて固体撮像素子3の画素3a、3b、3c、・・・上に夫々集光する。

【0056】図17は第12の実施の形態を示すもので、この実施の形態のモジュールは、集光用光学素子アレイとして図2に示すような屈折率分布マイクロレンズアレイ2と、図4に示す層内レンズを用いた層内レンズアレイ5との二つの異なる種類の集光用光学素子アレイを用いたもので、図示するように結像レンズ1と、屈折率分布マイクロレンズアレイ2と、層内レンズ5とを用いた集光用光学素子アレイと、固体撮像素子3とを密着させて一体にしたモジュールである。

【0057】この第12の実施の形態は、集光用光学素子アレイARを図示するように結像レンズ側の屈折率分布マイクロレンズアレイ2をその各マイクロレンズ2a、2b、2c、・・・が固体撮像素子3の各画素3a、3b、3c、・・・に夫々対応する位置になるように配置し、又層内レンズ5の第1のレンズ部6と第2のレンズ部7との境界面のうち固体撮像素子3に対して凸面となる部分6a、6b、6c、・・・が夫々画素3a、3b、3c、・・・に対応する位置に、したがって屈折率分布レンズアレイのマイクロレンズ2a、2b、2c、・・・に夫々対応する位置になるように組み合わせてある。

【0058】つまり、屈折率分布マイクロレンズアレイ2の各屈折率分布レンズ2a、2b、2c、・・・の軸線が固体撮像素子3の各画素3a、3b、3c、・・・の中心軸線と一致するように構成され、又層内レンズアレイ5の両レンズ部6、7の境界面の球面部分6a、6b、6c、・・・の夫々の頂点が、固体撮像素子3の各画素3a、3b、3c、・・・の中心軸線上に位置するように構成されている。

【0059】この第12の実施の形態においては、撮像レンズ1を通り集光用光学素子アレイARに入射する光は、屈折率分布マイクロレンズアレイ2の各レンズ2a、2b、2c、・・・により集光されて層内レンズ5に入射し、更に境界面6a、6b、6c、・・・にて集光されて固体撮像素子3の各画素3a、3b、3c、・・・

・・上に夫々集光される。

【0060】図18は、第13の実施の形態を示す図で、集光用光学素子アレイARとして異なる種類の均質マイクロレンズアレイ10(図6)と屈折率分布マイクロレンズアレイ2(図2)とを組み合わせた構成である。即ち、図18に示すように、撮像レンズ1と、均質マイクロレンズアレイ10と屈折率分布マイクロレンズアレイ2とよりなる集光用光学素子アレイARと、固体撮像素子3とよりなり、集光用光学素子アレイARの均質マイクロレンズアレイ10の各マイクロレンズ11a, 11b, 11c, ・・・が固体撮像素子3の各画素3a, 3b, 3c, ・・・に対応するように配置し、屈折率分布マイクロレンズアレイ2の各屈折率分布レンズ2a, 2b, 2c, ・・・が各画素3a, 3b, 3c, ・・・に対応するように配置したものである。

【0061】つまり、均質マイクロレンズアレイ10の各マイクロレンズ11a, 11b, 11c, ・・・の夫々の頂点が固体撮像素子の各画素3a, 3b, 3c, ・・・の中心軸線上に位置するように構成し、又屈折率分布マイクロレンズアレイ2の各屈折率分布レンズの軸線が固体撮像素子3の各画素3a, 3b, 3c, ・・・の中心軸線と一致するように構成したものである。

【0062】この第13の実施の形態の固体撮像モジュールは、撮像レンズ1を通り集光用光学素子アレイARに入射した光が、屈折率分布マイクロレンズアレイ2に入射して夫々屈折率分布レンズ2a, 2b, 2c, ・・・にて集光され、その後、均質マイクロレンズアレイ10の各マイクロレンズ11a, 11b, 11c, ・・・にて更に集光され、固体撮像素子3の各画素3a, 3b, 3c, ・・・上に夫々集光される。

【0063】以上述べた、図16乃至図18に示す第11～第13の実施の形態は、いずれも集光用光学素子アレイARが異なる種類の二つのアレイを組み合わせた構成のものである。このように異なる種類の二つのアレイを組合わせて集光用光学素子アレイとする場合、前記の第11～第13の実施の形態のほかの組み合わせも考えられる。即ち、屈折率分布マイクロレンズアレイと錐体状反射アレイ、層内レンズアレイと錐体状反射アレイ、均質マイクロレンズアレイと錐体状反射アレイ等の組み合わせがある。

【0064】又、例えば図16に示す第11の実施の形態において、図示するマイクロレンズアレイの代わりにその変形例である図7に示す均質マイクロレンズアレイを用い、これと層内レンズアレイとを組合せたものでもよい。このように一方又は両方をその変形例でおきかえたものでもよい。

【0065】又、二つのアレイを組合わせる際の順序は逆でもよい。例えば、図16に示す第11の実施の形態は、撮像レンズ1の側に均質マイクロレンズアレイ10を配置し、固体撮像素子3の側に層内レンズアレイ5を

配置したものであるが、撮像レンズ1の側が層内レンズアレイであって、固体撮像素子3の側が均質マイクロレンズアレイであってもよい。

【0066】以上は、異なる種類のアレイの組合わせであるが、同種のアレイを二つ組み合わせた構成でもよい。

【0067】例えば図19に示す第14の実施の形態のように、二つの屈折率分布マイクロレンズアレイを組み合わせて集光用光学素子アレイとしてもよい。

【0068】この第14の実施の形態においては、夫々の屈折率分布マイクロレンズアレイが、各屈折率分布レンズ2a, 2b, 2c, ・・・の軸線が互いに一致するように構成され、又、これらの軸線は、夫々固体撮像素子3の各画素3a, 3b, 3c, ・・・の中心軸線と一致するように構成されている。

【0069】この実施の形態の場合、撮像レンズ1の側の屈折率分布マイクロレンズアレイの各屈折率分布レンズ2a, 2b, 2c, ・・・により夫々集光され、更に固体撮像素子3の側の屈折率分布マイクロレンズアレイの各屈折率分布レンズ2a, 2b, 2c, ・・・により集光されて固体撮像素子3の各画素3a, 3b, 3c, ・・・上に夫々集光される。

【0070】このほか、二つの層内レンズアレイの組み合わせ、二つの均質マイクロレンズアレイの組み合わせ、二つの錐体状反射アレイの組み合わせがあり、更にそれらの変形例、つまり図3、図4、図5、図6、図7、図8、図9の固体撮像モジュールにて用いられる各集光用光学素子アレイを二つ組み合わせた構成のものでよい。

【0071】又、図16に示す実施の形態において、結像レンズ(結像光学系)として、図1に示す光学系、図10に示す単レンズよりなる結像光学系、図11に示す屈折率分布レンズよりなる結像光学系LS2、図12に示す回折レンズよりなる結像光学系LS3、図13に示す接合レンズよりなる結像光学系LS4、図14に示す非球面レンズよりなる結像光学系LS5、図15に示すレンズの球面に回折レンズを形成した結像光学系LS6のいずれかが用いられる。

【0072】同様に図17に示す実施の形態、図18に示す実施の形態等もその撮像光学系として前述の種々の撮像光学系のいずれかが用いられる。

【0073】図20は、本発明の固体撮像モジュールを撮像装置に用いた例を示すもので、電子カメラを示す。

【0074】図において、40が本発明の固体撮像モジュール、41は電気基板、42は処理回路、43はメモリーカードである。

【0075】図21は、本発明の固体撮像モジュールを電子内視鏡の観察系に組み込んだ例で、(A)は電子内視鏡の全体の構成を示し、(B)は内視鏡の先端部の断面図である。

【0076】電子内視鏡は、図21(A)に示すように、電子内視鏡51に接続し照明光を供給する光源装置52と、電子内視鏡よりの信号の処理を行なうビデオプロセッサ53と、このビデオプロセッサ53からの映像信号を表示するモニター54と、ビデオプロセッサ53に接続されていて、映像信号等を記録するVTRデッキ55、およびビデオディスク56と映像信号を映像としてプリントアウトするビデオプリンター57とより構成されている。

【0077】又、電子内視鏡の挿入部先端59内には、図21(B)に示すように、光源装置からの照明光を伝送するライトガイドファイバー束62と、照明光学系とよりなる照明光学系61と、カバーガラス63と、本発明の固体撮像モジュール64が配置されている。固体撮像モジュール64は、物体側から順に第1のプリズムレンズP1とローパスフィルターFと明るさ絞リSと第2のプリズムレンズP2とにて構成される観察用対物光学系60と、集光用光学素子アレイARと、固体撮像素子CCDとを備えている。

【0078】このような電子内視鏡は、光源装置52より光がライトガイドファイバー束62により伝送され、照明光学系61を介して物体を照明する。照明された観察部位の物体よりの光は、カバーガラス63を介して観察用対物光学系60により物体像として形成される。この物体像は、集光用光学素子アレイARを介して固体撮像素子CCDの撮像面65上に形成される。このCCDの撮像面65上に形成された物体像は、映像信号に変換されて図21の(A)のビデオプロセッサ53によりモニター54上に直接映し出される。それと共にVTRデッキ55、ビデオディスク56中に記録され、またビデオプリンター57から映像としてプリントアウトされる。

【0079】上記のような構成の内視鏡は、少ない光学部材で構成することができ、高性能で低コストにし得ると共に観察用対物光学系60の第1のプリズムレンズP1と第2のプリズムレンズP2が内視鏡の長軸方向に並ぶため、細径化を阻害することなしに高解像等の高い光学性能を有する光学系を実現し得る。さらに本発明の固体撮像モジュール64のうち第2のプリズムP2と集光用光学素子アレイARと固体撮像素子CCDとが空気間隔を介さずに一体的に構成されているので、長軸方向の短縮化も実現し、患者への負担を軽減できる。なお、カバー部材63を平行平面板の代わりに平凸レンズ等のパワーを有するレンズを用いてもよい。

【0080】この内視鏡にて用いられる固体撮像モジュール64は、前述のように観察用対物光学系60と集光用光学素子アレイARと固体撮像素子CCDとを一体化させたものであるが、集光用光学素子アレイARとしては、たとえば図2乃至図9等に示した、本発明の実施の形態における集光用光学素子アレイが用いられる。

【0081】尚、特許請求の範囲に記載する構成の固体撮像モジュールのほか、次の各項に記載するものも本発明の目的を達成し得る。

【0082】(1) 特許請求の範囲の請求項1又は2に記載する固体撮像モジュールで、集光用光学素子アレイが屈折率分布媒質からなる平板マイクロレンズアレイであることを特徴とする固体撮像モジュール。

【0083】(2) 特許請求の範囲の請求項1又は2に記載する固体撮像モジュールで、前記集光用光学素子アレイが層内レンズであることを特徴とする固体撮像モジュール。

【0084】(3) 特許請求の範囲の請求項1又は2に記載する固体撮像モジュールで、集光用光学素子アレイが均質媒質マイクロレンズをその媒質より屈折率の小である媒質中に埋め込まれた屈折面を持つ均質媒質マイクロレンズアレイであることを特徴とする固体撮像モジュール。

【0085】(4) 特許請求の範囲の請求項1又は2に記載する固体撮像モジュールで、集光用光学素子アレイが、錐体状反射素子アレイであることを特徴とする固体撮像モジュール。

【0086】(5) 前記(4)の項に記載する固体撮像モジュールで、前記錐体状反射素子アレイが周囲より屈折率が高い媒質で構成され、全反射作用を利用して光を集光するようにしたことを特徴とする固体撮像モジュール。

【0087】(6) 前記(4)の項に記載する固体撮像モジュールで、前記錐体状反射素子アレイが錐体面に反射面を施し、この反射面による反射作用を利用して光を集光することを特徴とする固体撮像素子モジュール。

【0088】(7) 特許請求の範囲の請求項1又は2に記載する固体撮像モジュールで、前記集光用光学素子アレイが均質マイクロレンズアレイと層内レンズアレイとを組み合わせた構成であることを特徴とする固体撮像モジュール。

【0089】(8) 特許請求の範囲の請求項1又は2に記載する固体撮像モジュールで、前記集光用光学素子アレイが屈折率分布マイクロレンズアレイと層内レンズアレイとを組み合わせた構成であることを特徴とする固体撮像モジュール。

【0090】(9) 特許請求の範囲の請求項1又は2に記載する固体撮像モジュールで、前記集光用光学素子アレイが均質マイクロレンズアレイと屈折率分布マイクロレンズアレイとを組み合わせた構成であることを特徴とする固体撮像モジュール。

【0091】(10) 特許請求の範囲の請求項1又は2に記載する固体撮像モジュールで、前記集光用光学素子アレイが、屈折率分布マイクロレンズアレイと錐体状反射アレイとを組み合わせた構成であることを特徴とする固体撮像モジュール。

【0092】(11) 特許請求の範囲の請求項1又は2に記載する固体撮像モジュールで、前記集光用光学素子アレイが、層内レンズアレイと錐体状反射アレイとを組み合わせた構成であることを特徴とする固体撮像モジュール。

【0093】(12) 特許請求の範囲の請求項1又は2に記載する固体撮像モジュールで、前記集光用光学素子アレイが、均質マイクロレンズアレイと錐体状反射アレイとを組み合わせた構成であることを特徴とする固体撮像モジュール。

【0094】(13) 特許請求の範囲の請求項1又は2に記載する固体撮像モジュールで、前記集光用光学素子アレイが、二つの屈折率分布マイクロレンズアレイを組み合わせたことを特徴とする固体撮像モジュール。

【0095】(14) 特許請求の範囲の請求項1又は2に記載する固体撮像モジュールで、前記集光用光学素子アレイが、二つの層内レンズアレイを組み合わせたことを特徴とする固体撮像モジュール。

【0096】(15) 特許請求の範囲の請求項1又は2に記載する固体撮像モジュールで、前記集光用光学素子アレイが、二つの均質マイクロレンズアレイを組み合わせ構成したことを特徴とする固体撮像モジュール。

【0097】(16) 特許請求の範囲の請求項1又は2に記載する固体撮像モジュールで、前記集光用光学素子アレイが、二つの錐体状反射アレイを組み合わせ構成したことを特徴とする固体撮像モジュール。

【0098】(17) 特許請求の範囲の請求項1あるいは前記の(1)、(2)、(3)、(4)、(5)、(6)、(7)、(8)、(9)、(10)、(11)、(12)、(13)、(14)、(15)又は(16)の項に記載する固体撮像モジュールで、前記撮像光学系が、一つの屈折率分布レンズにて構成されたことを特徴とする固体撮像モジュール。

【0099】(18) 特許請求の範囲の請求項1あるいは前記の(1)、(2)、(3)、(4)、(5)、(6)、(7)、(8)、(9)、(10)、(11)、(12)、(13)、(14)、(15)又は(16)の項に記載する固体撮像モジュールで、前記撮像光学系が、一つの回折レンズよりなることを特徴とする固体撮像モジュール。

【0100】(19) 特許請求の範囲の請求項1あるいは前記の(1)、(2)、(3)、(4)、(5)、(6)、(7)、(8)、(9)、(10)、(11)、(12)、(13)、(14)、(15)又は(16)の項に記載する固体撮像モジュールで、前記撮像光学系が接合レンズにて構成されていることを特徴とする固体撮像モジュール。

【0101】(20) 特許請求の範囲の請求項1あるいは前記の(1)、(2)、(3)、(4)、(5)、

(6)、(7)、(8)、(9)、(10)、(11)、(12)、(13)、(14)、(15)又は(16)の項に記載する固体撮像モジュールで、前記撮像光学系が物体側の面が非球面である非球面レンズよりなることを特徴とする固体撮像モジュール。

【0102】(21) 特許請求の範囲の請求項1あるいは前記の(1)、(2)、(3)、(4)、(5)、(6)、(7)、(8)、(9)、(10)、(11)、(12)、(13)、(14)、(15)又は(16)の項に記載する固体撮像モジュールで、前記撮像光学系が物体側の面が曲面の回折面である回折レンズよりなることを特徴とする固体撮像モジュール。

【0103】(22) 前記の(1)、(2)、(3)、(4)、(5)、(6)、(7)、(8)、(9)、(10)、(11)、(12)、(13)、(14)、(15)、(16)、(17)、(18)、(19)、(20)又は(21)に記載する固体撮像モジュールを使用した撮像装置。

【0104】

【発明の効果】本発明の固体撮像モジュールは、結像レンズの像側面を平面にすることにより集光用光学素子アレイとの密着一体化を容易にし、小型で低コストで、しかも集光用光学素子アレイによる集光効果が十分得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の基本構成を示す図

【図2】本発明の第1の実施の形態を示す図

【図3】図2に示す実施の形態の変形例

【図4】本発明の第2の実施の形態を示す図

【図5】図4に示す実施の形態の変形例

【図6】本発明の第3の実施の形態を示す図

【図7】図6に示す実施の形態の変形例

【図8】本発明の第4の実施の形態を示す図

【図9】図8に示す実施の形態の変形例

【図10】本発明の第5の実施の形態を示す図

【図11】本発明の第6の実施の形態を示す図

【図12】本発明の第7の実施の形態を示す図

【図13】本発明の第8の実施の形態を示す図

【図14】本発明の第9の実施の形態を示す図

【図15】本発明の第10の実施の形態を示す図

【図16】本発明の第11の実施の形態を示す図

【図17】本発明の第12の実施の形態を示す図

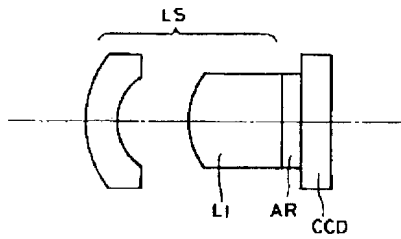
【図18】本発明の第13の実施の形態を示す図

【図19】本発明の第14の実施の形態を示す図

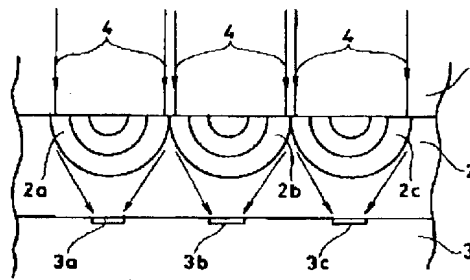
【図20】本発明の固体撮像モジュールを用いた電子カメラの構成を示す図

【図21】本発明の固体撮像モジュールを用いた電子内視鏡の構成を示す図

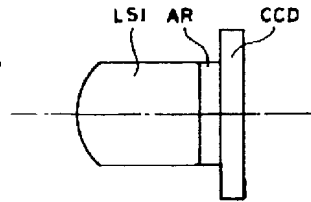
【図1】



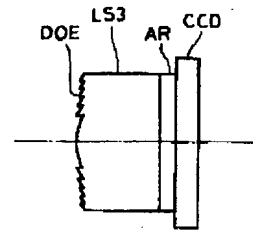
【図2】



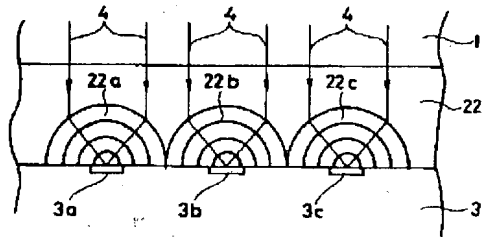
【図10】



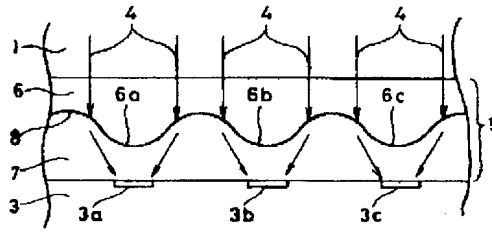
【図12】



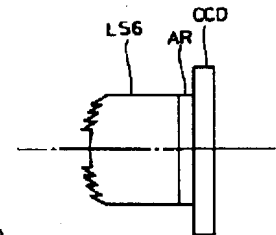
【図3】



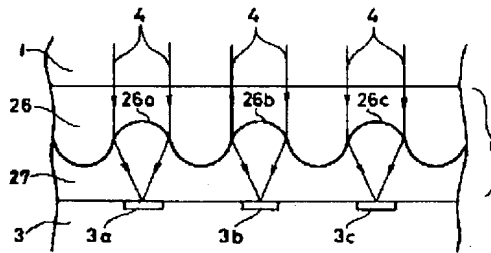
【図4】



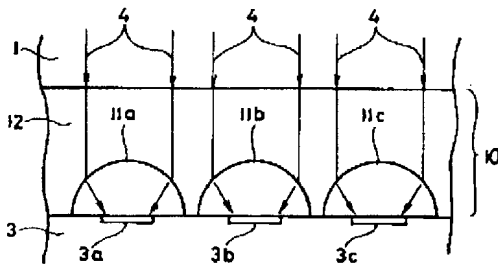
【図15】



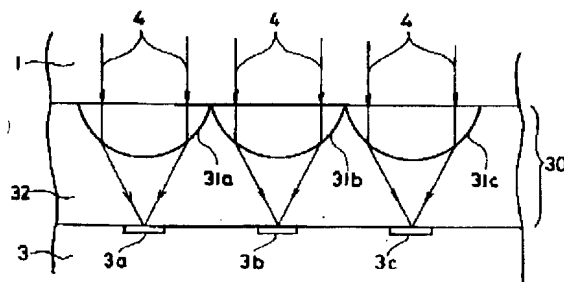
【図5】



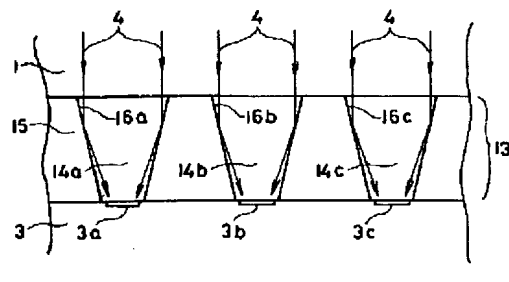
【図6】



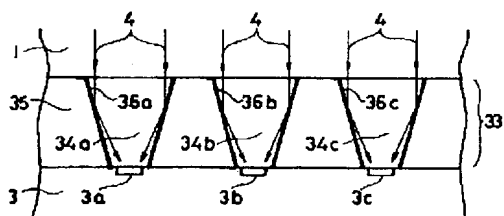
【図7】



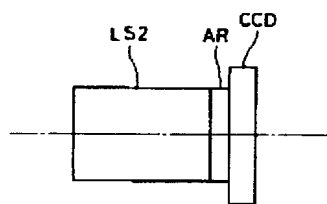
【図8】



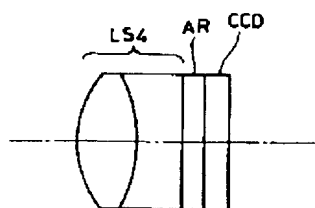
【図9】



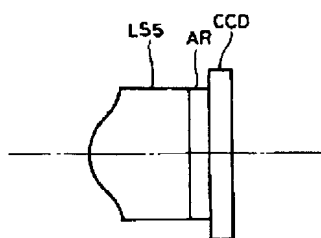
【図11】



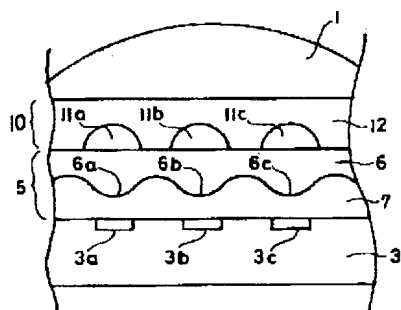
【図13】



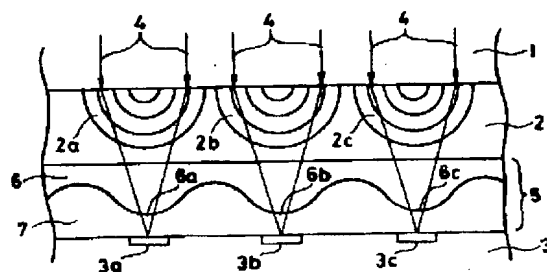
【図14】



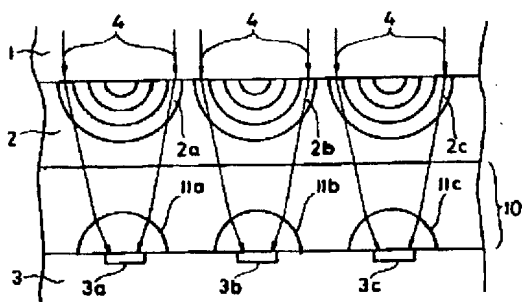
【図16】



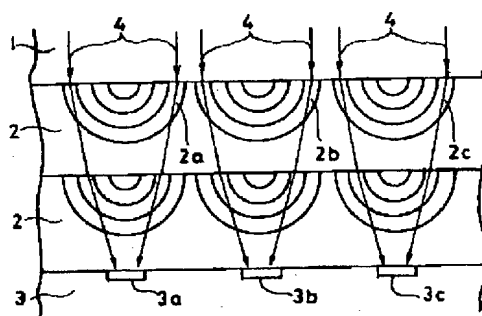
【図17】



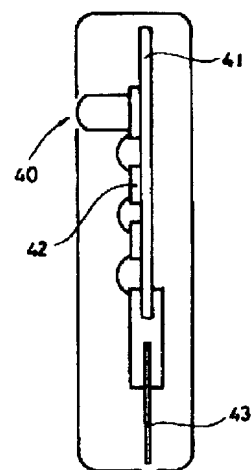
【図18】



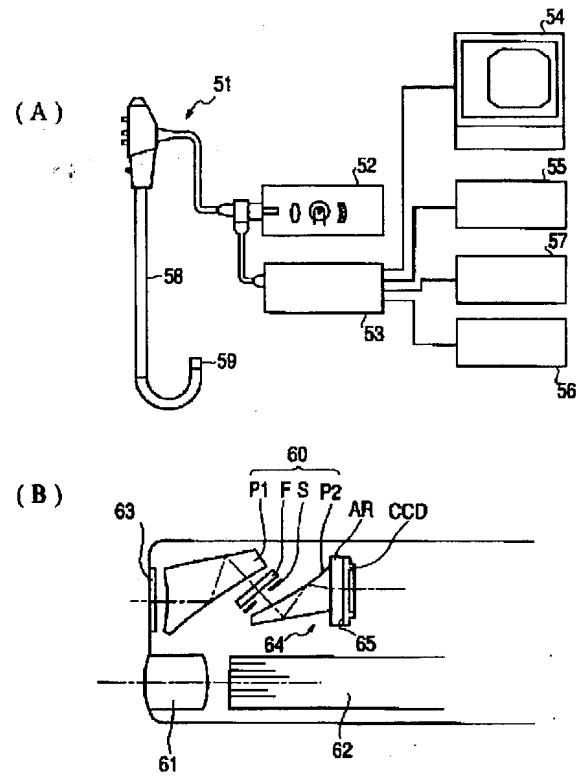
【図19】



【図20】



【図21】



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**